Université Hassan II Casablanca
Faculté des Sciences Ain Chock
Département de chimie

Semestre : 2012- 2013
Filière SMPC/ S1
Module : Chimie générale I

Elément : **Atomistique**
Contrôle final
Durée : 1h 30 min

Exercice I (-8- points)

Soit l'atome d'hydrogène dans le quatrième état excité.

1) Quelle est en eV l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène dans cet état excité ?
2) Représentez sur un diagramme les transitions d'émission possibles à partir de ce niveau. Regroupez-les par série spectrale.
3) Combien y'a-t-il de raies dans la série de Lyman et dans la série de Paschen ?
4) A quelle transition appartient la raie de plus petite longueur d'onde dans la série de Paschen ? calculez la longueur d'onde en nm qui correspond à cette raie.
5) Quelle est en nm la longueur d'onde qui correspond à la même transition dans le cas de l'ion hydrogénoïde $_{Z}B^{4+}$ (Z est le numéro atomique du bore à déterminer).

On donne pour l'hydrogène : $E_n = - 13,6/ n^2$ (eV) et $R_H = 1,097. 10^7 m^{-1}$.

Exercice II (-6- points)

1. Donner la composition du noyau du phosphore dont le numéro atomique Z = 15 et le nombre de masse A = 31.

2. Donner la configuration électronique du phosphore dans l'état fondamental en rappelant le **nom** des principes et règles qui permettent d'obtenir cette configuration?

3. A quelle ligne et à quelle colonne du tableau périodique appartient cet élément?

4. Quels sont les électrons de valence du phosphore ?

5. Combien le phosphore possède-t-il d'électrons célibataires?

6. Quelles sont les valeurs des nombres quantiques des électrons célibataires du phosphore?

T.S.V.P.

Exercice III (-6- points)

(Les questions 1, 2 et 3 suivantes sont indépendantes)

1. Le tableau suivant représente l'évolution de l'énergie d'ionisation d'une série d'éléments.

Atome	Li (Z= 3)	Na(Z= 11)	K (Z= 19)	Rb (Z= 37)	Cs (Z= 55)
I en KJ/mol	520	496	419	403	376

a) A quelle famille appartient cette série d'éléments ?

b) Commentez et expliquez l'évolution de l'énergie d'ionisation dans cette série.

2. Un élément chimique X admet quatre électrons de valence, n'appartient pas au bloc d et se situe dans la classification périodique entre l'argon (Z(Ar) = 18) et le krypton (Z(Kr) = 36). Donner son numéro atomique et sa configuration électronique.

3. Le scandium a pour numéro atomique $Z = 21$. Le degré d'oxydation le plus stable du scandium est le degré +III

a/ Donner la configuration électronique de l'élément Sc et de l'ion Sc^{3+}.

b/ Calculer la différence d'énergie $\Delta E = E(Sc^{3+}) - E(Sc)$ à l'aide du modèle de Slater.

Règles de Slater pour le calcul des coefficients d'écrans $\sigma_{j/i}$

Electron i / électron j	**1s**	**2s 2p**	**3s 3p**	**3d**	**4s 4p**	**4d**	**4f**
1s	0,31						
2s 2p	0,85	0,35					
3s 3p	1	0,85	0,35				
3d	1	1	1	0,35			
4s 4p	1	1	0,85	0,85	0,35		
4d	1	1	1	1	1	0,35	
4f	1	1	1	1	1	1	0,35

Correction "Contrôle final"
Atomistique 2012/13

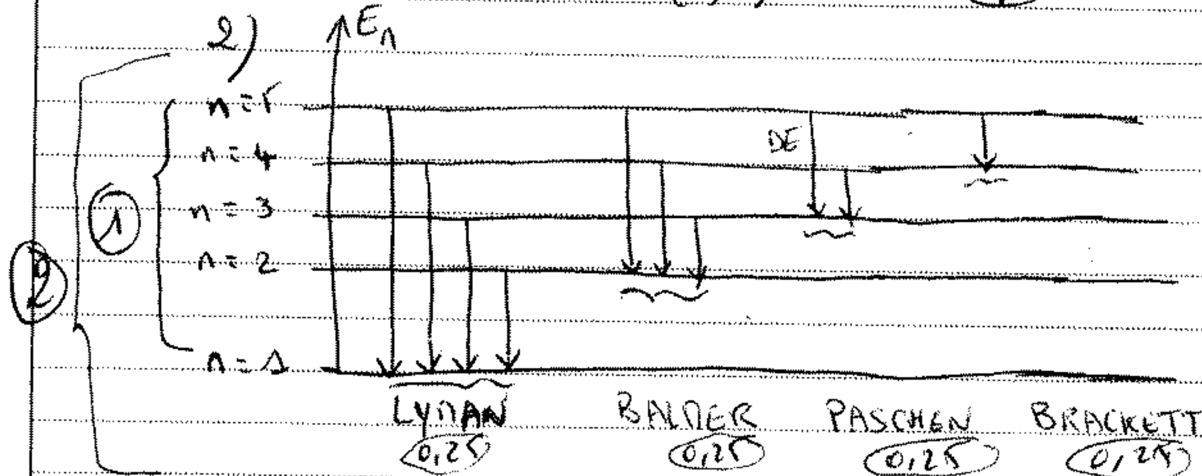
Ex I (8 pts)

(1) 1) énergie d'ionisation $E.I = E_{\infty} - E_n$ (0,5) avec $n=5$ (4ème état excité)

$\Rightarrow E.I = 0 - E_5$

$= -\left(\frac{-13,6}{(5)^2}\right) = 0,544\ eV$ (0,5)

(2) 2)



(1) 3) 4 raies dans la série de LYMAN ($n \rightarrow n=1$) (0,5)
2 raies " " de PASCHEN ($n \rightarrow n=3$) (0,5)

(3) 4) La raie de plus petite longueur d'onde correspond à la plus grande différence d'énergie ΔE ($\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$) (0,5)

$\Rightarrow$ Dans la série de Paschen ($n=3$), la différence d'énergie la plus grande correspond à la transition (0,5) $n=5 \rightarrow n=3$, $\lambda_{5\rightarrow 3}$?

$$\frac{1}{\lambda_{5\rightarrow 3}} = R_H\left(\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(5)^2}\right) \Rightarrow \lambda_{5\rightarrow 3} = \frac{1}{R_H\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)}$$ (0,5)

$\lambda_{5\rightarrow 3} = 12,819 \cdot 10^{-7}\ m$

(0,5) $= 1281,9\ nm$ (1) (0,5)

(2) 5) Pour l'ion hydrogénoïde B^{4+}, $Z = 5$; $\frac{1}{\lambda_{5\rightarrow 3}} = Z^2 R_H\left(\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(5)^2}\right)$

$$\Rightarrow \lambda_{5\rightarrow 3} = \frac{1}{(5)^2 R_H\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)} = 51,276\ nm$$ (0,5)

Ex II : (6pts)

(1,5) 1°/ le noyau du phosphore $^{31}_{15}P$ est constitué de

(0,5) Z protons et N neutrons avec le nbre de masse $A = Z + N$

(0,5) ⟹ le Nbre de protons est $Z = 15$

(0,5) ⟹ " de Neutron est $N = A - Z = 16$

2/ Les règles et les principes qui permettent d'obtenir une configuration électronique à l'état fondamental sont :

(1,5)
- (0,25) – Principe d'exclusion de Pauli
- (0,25) – " de stabilité énergétique
- (0,25) – Règle de Hund
- (0,25) – Règle de Klechkowski

(0,5) $P(Z=15) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ou $_{10}[Ne]$ ↑↓ ↑ ↑ ↑ ($3s$, $3p$)

(1) 3) $3^{ème}$ ligne (n = 3) (0,5) et $15^{ème}$ colonne ou (V_A) (0,5)

(0,5) 4) la couche de valence contient ($3s^2 3p^3$) contient 5e⁻ → 5e⁻ de valence

(0,5) 5) le phosphore contient 3 e⁻ célibataires ou 3 O.A.P

(1) 6) les e⁻ célibataires occupent l'O.A. 3P ; les nbres quantiques sont :

↑	↑	↑

$3p^3$ (0,25)

- $n = 3$; $l = 1$, $m_l = -1$, $s = +1/2$ (0,25)
- $n = 3$, $l = 1$, $m_l = 0$, $s = +1/2$ (0,25)
- $n = 3$, $l = 1$; $m = +1$, $s = +1/2$ (0,25)

Correction du Contrôle Final
Atomistique 2012/13 (3)

Ex III (6 pts)

(0,5) 1) a) les éléments du tableau appartiennent à une même colonne : la 1ère colonne ⇒ la famille des Alcalins (couche de valence ns^1)

(1) b) l'E.I ↘ du Li au Cs
Z ↗ " " "

le long d'une colonne Z ↗ et n ↗

la diminution de E.I est due au fait que le long d'une colonne on passe d'une ligne à une autre (n ↗) ⇒ on s'éloigne du noyau. Donc l'attraction noyau-électron périphérique diminue.

⇒ il est plus facile d'arracher l'e⁻ d'où l'energie necessaire d'ionisation est plus faible

(2) 2) * élément X admet 4e⁻ de valence et ∈ au bloc-p

Donc X ∈ au bloc p et sa couche de valence

(1) est : ns^2np^2

* l'élément X se situe entre Ar (Z = 18) [G.R de la 3ème période] $3s^23p^6$ et Kr (Z = 36) [G.R de la 4ème période] $4s^24p^6$

(0,25) Donc X ∈ à la 4ème période ⇒ C.V $4s^24p^2$
X ∈ à la colonne IV_A (14ème colonne)

(0,5) $Z_X = 36 - 4 = 32$

la configuration electronique de X est :

(0,25) $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^2$

Correction Contrôle Final
Atomistique 2012/13

Ex III 3) Sc, Z = 21, Sc^{3+} stable

(0,25) a) Sc (Z = 21) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ ou $_{18}[Ar]3d^1 4s^2$

(0,25) Sc^{3+} (Z = 21) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ou $_{18}[Ar]$

(01)

b) $\Delta E = E(Sc^{3+}) - E(Sc)$

(0,25) $E(Sc) = 2E_{1s} + 8E_{2s2p} + 8E_{3s3p} + E_{3d} + 2E_{4s}$

(0,25) $E(Sc^{3+}) = 2E_{1s} + 8E_{2s2p} + 8E_{3s3p}$

(0,25) ⟹ $\Delta E = -E_{3d} - 2E_{4s}$

on a : (0,5) $E_{aA} = \frac{Z^{*2}_{aA}}{n^2} E_1(H)$ avec $Z^* = Z - \sum_i \sigma_{ij}$ et $E_1(H) = -13,6\,eV$

(0,25) $E_{3d} = [Z - 18 \times 1]^2 \frac{E_1(H)}{(3)^2} = \frac{[21-18]^2}{9}(-13,6) = -13,6\,eV$

(0,25) $E_{4s} = [Z - (2\times 1 + 8 \times 1 + 9 \times 0,85 + 0,35)]^2 \frac{E_1(H)}{(4)^2} = -7,65\,eV$

d'où $\Delta E = 13,6 + 2 \times 7,65$

(0,25) $\boxed{\Delta E = 28,9\,eV}$

2

Nom : .... Prénom :.............................. N° examen :........................

Université Hassan II Aïn Chock
Faculté des sciences
Casablanca

Rattrapage d'atomistique

Année universitaire 2012-2013
Filière SMPC
Module : chimie générale 1

Données :

$E_1(H) = -13,6$ eV ; 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J ; $h = 6,62.10^{-34}$ J.s ; $c = 3.10^8$ m.s^{-1}
$R_H = 1,0967.10^7$ m^{-1} ; $m_p = 1,0073$ u.m.a $m_n = 1,0087$ u.m.a

Exercice I

1) Le noyau de l'atome d'azote est formé de 7 neutrons et 7 protons.
Calculer en u.m.a, la masse théorique de ce noyau. La comparer à sa valeur réelle de 14,003 u.m.a.
2) Calculer l'énergie de cohésion de ce noyau en joule puis en MeV.

Exercice II

1) Donner la configuration électronique d'un élément qui a **six électrons** dans la couche **3d**.
2) En déduire son numéro atomique.
3) Représenter par des cases quantiques la couche de valence de cet élément.
4) Donner les valeurs des nombres quantiques des électrons célibataires de cet élément.

Exercice III

1) Quel est le nombre de protons, de neutrons et d'électrons présents dans chacun des ions suivants : $^{8}_{4}Be^{3+}$ $^{35}_{17}Cl^{-}$.
2) A quelles périodes appartiennent chacun de ces éléments chimiques?
3) A quelles colonnes appartiennent chacun de ces éléments chimiques?
4) Quelle énergie doit absorber un ion Be^{3+}, pour que l'électron passe du niveau fondamental au deuxième niveau excité.
5) Si cette énergie est fournie sous forme lumineuse, quelle est la longueur d'onde, en nm, du rayonnement capable de provoquer cette transition ?

Exercice 1 :

Correction Examen Rattrapage Atomistique 2013

1°) $m_{noyau} = 7m_p + 7m_n$

(1) $= 7 \times 1{,}0073 + 7 \times 1{,}0087 = 14{,}112\ u.m.a$

(0,5) $m_{théorique} > m_{réelle} = 14{,}003\ u.m.a$

2°) L'énergie de cohésion du noyau

(0,5) est donnée par : $E = \Delta m \times C^2$.

où $\Delta m = m_{théorique} - m_{réelle}$.

$\Delta m = 14{,}112 - 14{,}003 = 0{,}109\ u.m.a$

(1) $\Delta m = 0{,}109\ u.m.a = 1{,}8094 \cdot 10^{-28}\ kg$

$E = 1{,}8094 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2$

(1) $= 1{,}63 \times 10^{-11}\ J$ $(1{,}62846 \times 10^{-11})$

$E = \dfrac{1{,}63 \times 10^{-11}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 101{,}86\ MeV$ (1)

Exercice 2 :

1°) élément ayant 6 e^- dans la couche 3d ⇒ couche de valence = $4s^2 3d^6$.

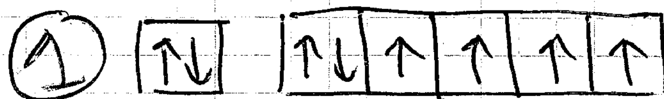
(1) d'où la structure

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

(1) 2°) numéro atomique Z = 26.

3°) Couche de valence $4s^2 3d^6$

(1)



4°) Cet élément admet quatre électrons célibataires.



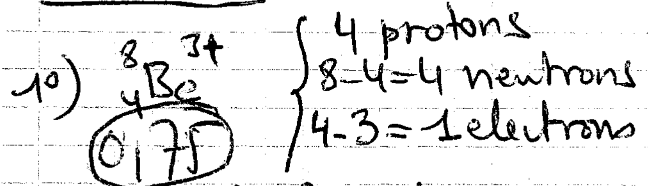
(2)

n=3	n=3	n=3	n=3
l=2	l=2	l=2	l=2
m=-2	m=0	m=1	m=2
s=+1/2	+1/2	+1/2	+1/2

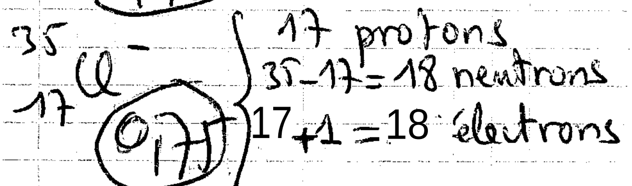
(d)

Exercice 3

1°)



$^{8}_{4}Be^{3+}$ (0,75)
- 4 protons
- 8-4 = 4 neutrons
- 4-3 = 1 électrons



$^{35}_{17}Cl^-$ (0,75)
- 17 protons
- 35-17 = 18 neutrons
- 17+1 = 18 électrons

2°) L'élément Be admet 4e⁻

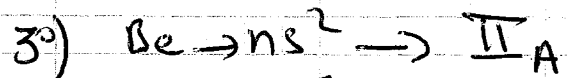
d'où structure $1s^2 2s^2$ (0,75)

⇒ 2ème période. (0,5)

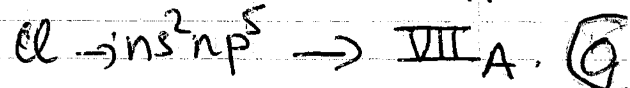
L'élément Cl admet 17e⁻

d'où structure $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (0,75)

⇒ 3ème période (0,5)



3°) Be → ns^2 → II_A



Cl → ns^2np^5 → VII_A. (0,5)

4°) Deuxième niveau excité n=3

n=3 ——— E_f Be (Z=4)

n=2 ———

n=1 ——— E_i

$\Delta E = E_f - E_i$

(2) $\Delta E = \dfrac{Z^2 E_1}{3^2} - \dfrac{Z^2 E_1}{1^2}$

$\Delta E = 16E_1 \left(\dfrac{1}{9} - 1\right)$

$= -\dfrac{16E_1 \times 8}{9} = 193{,}42$ …

5°) $\Delta E = h\nu = \dfrac{hC}{\lambda}$

(2) $\lambda = \dfrac{hC}{\Delta E} = \dfrac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{193{,}42 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}$

$\lambda = 6{,}42\ nm.$

UNIVERSITE HASSAN II AIN CHOCK
FACULTE DES SCIENCES
CASABLANCA

Semestre 1 : 2013/14
Elément : Atomistique
Filières : SMC/SMP

Contrôle final
1H30min

(1 point pour la présentation de la copie)

EXERCICE I (7,5 pts)

1) Le potassium (K) est un élément de la famille des alcalins, il appartient à la quatrième période.

a) En déduire sa configuration électronique dans son état fondamental ainsi que son numéro atomique.

0,5 Alcalin de la 4ème période → $4s^1$
0,5 $1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 4s^1$
0,5 $Z = 19$

b) En utilisant le modèle de Slater, justifiez la configuration électronique du potassium en montrant que l'énergie $E(4s^1)$ est plus faible que l'énergie $E(3d^1)$.

0,5 $E_n = \frac{Z^{*2}}{n^2} E_1$;
0,5 $Z^*_{4s} = 19 - (8 \times 0,85 + 8 \times 1 + 2 \times 1) = 2,2 \Rightarrow E_{4s} = -4,12\ eV$
0,5 $Z^*_{3d} = 19 - (8 \times 1 + 8 \times 1 + 2 \times 1) = 1 \Rightarrow E_{3d} = -1,51$ e
0,5 $E_{4s} < E_{3d}$

c) Quel est l'ion stable que peut donner l'atome de potassium ? En déduire la configuration électronique de cet ion.

0,5 K^+
0,5 $1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6$

2) Donner la définition de l'énergie d'ionisation :

0,5 C'est l'énergie qu'il faut fournir à un atome pour lui arracher un électron

a) Ecrire la réaction qui correspond à l'ionisation du potassium.

0,5 $K \rightarrow K^+ + e^-$

b) Expérimentalement, cette ionisation peut être produite par des photons de longueur d'onde λ = 2840 Å. Calculez l'énergie d'ionisation correspondante en J et en eV.

0,5 $E = hc/\lambda = 6{,}62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} / 2840 \times 10^{-10}$

$= 6{,}99 \cdot 10^{-19}$ J

0,25 $E = \frac{6{,}99 \times 10^{-19}}{1{,}6 \times 10^{-19}}$

0,25 $= 4{,}37$ eV

c) Calculez l'énergie d'ionisation du potassium en utilisant le modèle de Slater, comparez cette valeur avec celle trouvée dans **(b)**.

0,5 $E_i = E_\infty - E_{4s} = 0 - (-4{,}114) = 4{,}114$ eV

0,5 Les deux valeurs sont pratiquement égales

EXERCICE II (5 pts)

Soit l'élément argent ($^{107}_{47}Ag$) :

1) Donnez la composition de l'atome d'argent

0,5 $Z = 47$

0,5 $N = A - Z = 107 - 47 = 60$

0,5 $e^- = 47$

2) Donnez la configuration électronique de cet élément dans son état fondamental, en précisant le nombre des électrons de valence et la couche de valence sous forme de case quantique.

0,5 $1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 4s^2\, 3d^{10}\, 4p^6\, 5s^1\, 4d^{10}$

0,5 couche valence $5s^1$ 1 seul e^- de valence

0,5 C.V $5s^1$ [↑]

3) Donner son groupe et sa période

0,5 $5s^1 \rightarrow 5^{ème}$ période

0,5 un seul $e^- \rightarrow I_B$

4) Ag possède t-il des électrons célibataire ? Si oui donner les quatre nombres quantiques qui les caractérisent.

0,25 $n = 5$

0,25 $l = 0$

0,25 $m = 0$

0,25 $s = +1/2$

EXERCICE III (5,5 pts)

1) Quelle est l'énergie minimale nécessaire que l'on doit fournir à un atome d'hydrogène pour qu'il passe de l'état fondamental à un état excité?

0,5 $\Delta E = E_2 - E_1$

0,5 $= \frac{E_1}{4} - E_1 = -\frac{3E_1}{4} = 10,2\ eV$

2) Un spectre d'émission de l'hydrogène présente plusieurs raies dont une de longueur d'onde, λ = 18775,2 Å, appartenant à la série de Paschen.

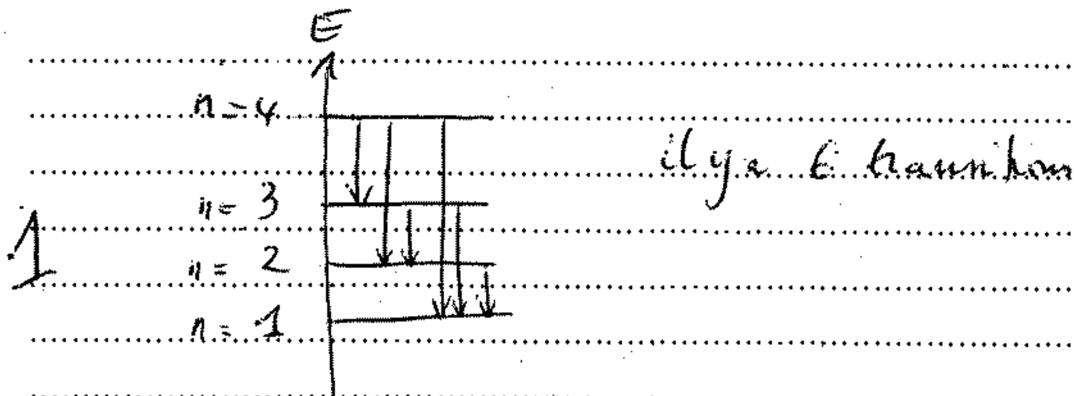
a) A quelle transition correspond cette raie?

0,5 Paschen → $n_f = 3$

0,25 $1/\lambda = R_H\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n_i^2}\right) \rightarrow n_i = 4$

0,25 donc transition : 4 → 3

b) A l'aide d'un diagramme énergétique, montrez les différentes transitions possibles ?



c) Combien de raies observe-t-on ? Regroupez-les par série et domaine spectral ?

0,25 Il y a 6 raies

0,25 Paschen 4 → 3

0,5 Balmer {4 → 2, 3 → 2}

0,5 Lyman {4 → 1, 3 → 1, 2 → 1}

d) Calculer la longueur d'onde de la raie de plus grande fréquence appartenant à ce spectre.

0,25 Plus grande fréquence correspond à plus grand ΔE

0,25 donc transition $n = 4 \rightarrow n = 1$

0,5 $\lambda = 97,2\ nm$

EXERCICE IV (2pts)

Dans le tableau ci-dessous on donne les valeurs des rayons de l'orbitale atomique la plus externe, calculées en utilisant le modèle de Slater, de cinq éléments appartenant à la même famille (ou colonne).

	Be (Z = 4)	Mg	Ca	Sr	Ba
Rayon le l'orbitale atomique externe en Å	1,08	1,67	2,97	4,64	6,68

a / A quelle famille appartiennent ces éléments.

1 ... $\in$ famille alcalino-terreux ou groupe IIA ...

b / Expliquer l'évolution du rayon atomique de cette famille.

0,5 → Dans une famille (colonne) qd $n \nearrow \Rightarrow r_{at} \nearrow$

En passant d'une période à une autre de

0,5 rang plus élevé, on ajoute une couche donc le rayon augmente

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}$ j.s , $c = 3.10^{8}$ m/s, $1eV = 1{,}6.10^{-19}$ J, $R_H = 1{,}097.10^{7}\ m^{-1}$

Relation de Ritz : $1/\lambda = R_H\ (1/n_f^2 - 1/n_i^2)$ $(n_i > n_f)$ $E_1 = -13{,}6\ eV$

Tableau des constantes d'écran selon Slater

	1s	2s, 2p	3s, 3p	3d	4s, 4p	4d
1s	0.31					
2s, 2p	0.85	0.35				
3s, 3p	1	0.85	0.35			
3d	1	1	1	0.35		
4s, 4p	1	1	0.85	0.85	0.35	
4d	1	1	1	1	1	0.35